


# OPTICAL SCANNING OPTICAL SYSTEM

Patent number: JP11281911  
Publication date: 1999-10-15  
Inventor: ORI TETSUYA  
Applicant: FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD  
Classification:  
- international: G02B26/10; B41J2/44  
- european:  
Application number: JP19980101978 19980330  
Priority number(s): JP19980101978 19980330

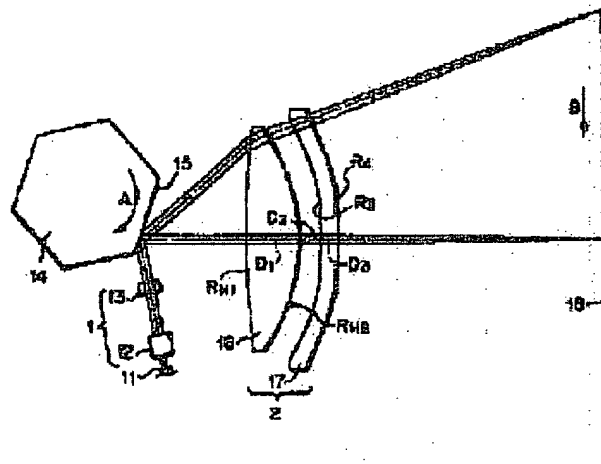
Also published as:

 US6670980 (B1)

Abstract not available for JP11281911

Abstract of corresponding document: **US6670980**

A light-scanning optical system having a function of correcting surface tilt comprises a light source 11; a first optical means 1; a light-deflecting means 14 for reflecting and deflecting a luminous flux by its deflecting/reflecting surface 15 so as to scan a surface to be scanned 18; a first lens 16 having a positive refracting power in each of the main scanning and sub-scanning directions, in which each of both sides is made of a toric surface; and a second lens 17 having a small negative refracting power, in which each of both sides is made of an aspheric surface. A semiconductor laser having a wavelength of 500 nm or shorter is used as the light source. The first and second lenses 16, 17 may be made of plastic. Thus, in a simple configuration, the light-scanning optical system can reduce its size and cost, while being able to respond to higher image density.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-281911

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 26/10

B 4 1 J 2/44

識別記号

1 0 3

F I

G 0 2 B 26/10

B 4 1 J 3/00

1 0 3

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-101978

(22) 出願日

平成10年(1998) 3 月30日

(71) 出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地

(72) 発明者 小里 哲也

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

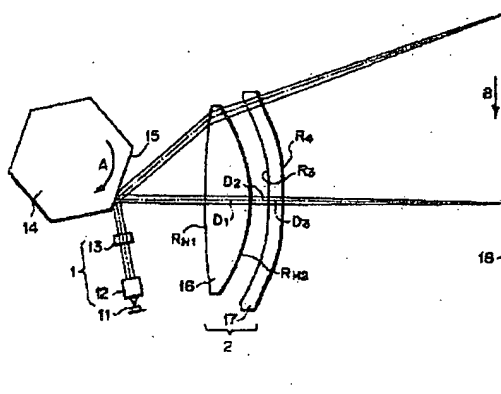
(74) 代理人 弁理士 川野 宏

(54) 【発明の名称】 光走査光学系

(57) 【要約】

【目的】 面倒れ補正機能を有する光走査光学系において走査レンズを、正のトーリックレンズと、主走査方向に小さい負の非円弧面からなるレンズとの2枚で構成し、簡易な構成で、小型化、低価格化、画像の高密度化にも対応可能なものとする。

【構成】 光源11と、第1の光学手段1と、光偏向反射面15により光束を反射偏向して被走査面18上に走査する光偏向手段14と、主走査方向、副走査方向においてともに正の屈折力を有し、両面ともにトーリック面からなる第1のレンズ16と、小さい負の屈折力を有し両面が非球面からなる第2のレンズ17とを備えてなる。光源には波長500nm以下の半導体レーザを用い、第1および第2のレンズ16、17はプラスチック製とすることができる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 光源と、

該光源からの光ビームを線状に結像させる第1の光学手段と、

該第1の光学手段による結像位置またはその近傍に光偏向面を有し、光ビームを偏向して被走査面上で走査する光偏向手段と、

該光偏向手段により偏向された光ビームを該被走査面に結像させ、該被走査面上に略等速に走査させる第2の光学手段からなる光走査光学系において、

該第2の光学手段が前記光偏向手段側から順に、主走査方向、副走査方向においてともに正の屈折力を有し、両面ともにトーリック面を有する第1のレンズと、主走査方向において小さい負の屈折力を有するかまたは屈折力を有さず、少なくとも一方の面は主走査方向断面が高次関数である非円弧面からなる第2のレンズとにより構成されることを特徴とする光走査光学系。

【請求項2】 前記光源に波長500nm以下の半導体レーザを用いたことを特徴とする請求項1記載の光走査光学系。

【請求項3】 波長500nm以下の半導体レーザを用いた光源と、

該光源からの光ビームを線状に結像させる第1の光学手段と、

該第1の光学手段による結像位置またはその近傍に光偏向面を有し、光ビームを偏向して被走査面上で走査する光偏向手段と、

該光偏向手段により偏向された光ビームを該被走査面に結像させ、該被走査面上に略等速に走査させるように作用する、少なくとも1枚のプラスチック製レンズを含む第2の光学手段とを備えたことを特徴とする光走査光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光走査光学系に関し、詳しくは、光源から発せられた光束をポリゴンミラー等の偏向手段により反射偏向して被走査面上に走査させる際に、偏向手段の面倒れによるピッチむらを補正する機能を備えた光走査光学系に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、レーザビーム等の光ビームを感光材料等の被走査面上において走査し、この面上に画像を形成するレーザプリンタやデジタル複写機等の光走査光学系が知られている。このような光走査光学系は、光源から発せられた光ビームを反射偏向して被走査面上を走査せしめる回転多面鏡等の偏向手段と、光ビームを被走査面上に結像する走査結像光学系とを備えてなるものである。このような光走査光学系においては、光偏向手段の光偏向反射面の各面に走査面に対する傾きのばらつき（面倒れ）があった場合、被走査面上の主走査

方向と略直交する方向（副走査方向）において、走査線ごとに光ビームの結像位置が変化して走査線にピッチむらが生じてしまい、良好な画像を得ることができない。このため、偏向手段の面倒れを補正する機能を備えた光走査光学系が種々知られている。

【0003】 例えば、第1の光学手段において、コリメーティングレンズにより光源からの光束を略平行にし、シリンダリカルレンズ等により光偏向手段の光偏向反射面近傍に副走査方向に集光して主走査方向に線状に結像させ、光偏向手段の後段に位置する第2の光学手段において、光偏向反射面により偏向反射された光束を被走査面上に結像する、という面倒れ補正機能を有する光走査光学系が知られている。この面倒れ補正機能を有する光走査光学系においては、第2の光学手段に $f\theta$ レンズ系が広く使用され、光源からの光束を被走査面上に光スポットとして結像させる機能と、この光スポットを被走査面上で等速で移動させるという機能とを有している。このような第2の光学手段は、光偏向反射面上の偏向点の位置と被走査面上の結像点の位置とが副走査方向においてほぼ共役関係になるように構成されることが多い。

【0004】 近年では、このような面倒れ補正機能を有する光走査光学系に関し、部品点数を少なくしたり製造を容易にすることが望まれている。例えば、特開平6-18803号公報記載の光走査装置においては、光偏向手段と被走査面との間に、球面単レンズまたは非球面プラスチックレンズ、主走査方向にのみ正の屈折力を有する平凸シリンダリカルレンズ、副走査方向にのみ負の屈折力を有する凹シリンダリカルミラーを配設することにより、少数の、加工容易な構成部品で面倒れを補正している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このような構成の簡易化に加え、近年では、光走査光学系の小型化や、形成画質を高密度化して画像の精度を向上することも望まれている。また、低価格化も重要な要望である。しかしながら、これらの要望を同時に実現することには困難がある。例えば、光走査光学系の小型化のためには、走査レンズに対し、周辺部まで収差が少なく広い走査角が要求されるため、走査レンズは多数枚構成からなる光学系になりがちである。

【0006】 また、画質の高密度化とは、具体的には、要望される性能が従来の1インチ当たり800ドット程度から、最近では、1インチ当たり1000ドット程度の印字機能となっていることであり、従来の光走査光学系では対応できないものになってきている。画質の高密度化には、被走査面上での光点寸法を小さくすることが肝要であり、その一方法として、大きい開口のレンズを用いることができる。しかしその場合、光学系の小型化に反することになり、また、走査用レンズが複雑になるため低価格化は難しい。

【0007】あるいは、一般にレンズ枚数削減や構成簡易化に利用されるように、プラスチック製レンズを用いることも提案されている。この場合、低価格化を図れるという利点もある。しかし、プラスチック製レンズの周辺部では良好な性能が得にくいいため、レンズ径に対して開口を広くすることが困難であり、上述のように開口を広くし高密度化を図ると小型化が難しくなる。

【0008】また、前述した特開平6-18803号公報記載の光走査装置においては、面倒れ補正のためにシリンドリカルレンズ等のアナモフィックなミラーまたは10 レンズを利用しているが、これらのミラーまたはレンズは、副走査方向の像面湾曲を良好に保つために、比較的被走査面寄りに配置されている。そのため、主走査方向に長い形状となってしまう、加工の難しいこれらのミラーまたはレンズが大きなものになる分だけ製品が高価となることが多く、光学系のさらなる簡易化と低価格化が望まれている。

【0009】本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、少ないレンズ構成枚数にて面倒れ補正機能を有し、また、画像の高密度化に対応可能な光走査光学系を20 提供することを目的とするものである。また、本発明は、プラスチック製レンズを使用しながらも小型化を図り、また低価格化を図った光走査光学系を提供することをも目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の光走査光学系は、光源と、該光源からの光ビームを線状に結像させる第1の光学手段と、該第1の光学手段による結像位置またはその近傍に光偏向面を有し、光ビームを偏向して被走査面上で走査する光偏向手段と、該光偏向手段により偏向された光ビームを該被走査面に結像させ、30 該被走査面上に略等速に走査させる第2の光学手段からなる光走査光学系において、該第2の光学手段が前記光偏向手段側から順に、主走査方向、副走査方向においてともに正の屈折力を有し、両面ともにトーリック面を有する第1のレンズと、主走査方向において小さい負の屈折力を有するかまたは屈折力を有さず、少なくとも一方の面は主走査方向断面が高次関数である非円弧面からなる第2のレンズとにより構成されることを特徴とするものである。

【0011】また、前記光源に波長500nm以下の半導体レーザを用いることが好ましい。さらに、本発明による第2の光走査光学系は、波長500nm以下の半導体レーザを用いた光源と、該光源からの光ビームを線状に結像させる第1の光学手段と、該第1の光学手段による結像位置またはその近傍に光偏向面を有し、光ビームを偏向して被走査面上で走査する光偏向手段と、該光偏向手段により偏向された光ビームを該被走査面に結像させ、該被走査面上に略等速に走査させるように作用す40 る、少なくとも1枚のプラスチック製レンズを含む第2

の光学手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0012】ここで、上記「主走査方向」とは偏向された光ビームの被走査面上での軌跡に平行な方向を、上記「副走査方向」とは被走査面上で主走査方向と略直交する方向を、上記「主走査方向断面」とは光軸を含む主走査方向の断面を意味する。また、上記「トーリック面」とは、主走査方向断面と、主走査方向断面に垂直で光軸を含む面（副走査方向断面）において互いに異なる屈折力を有する面を意味する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の実施形態に係る光走査光学系の構成を示すものであり、光軸を含む主走査方向の断面（以下、主走査方向断面と称する）を示す概略図である。図1に示すように、この光走査光学系は、光源11から発せられた光ビームを主走査方向に線状に結像させる第1の光学手段1と、第1の光学手段1による結像位置近傍に光偏向反射面15を有し、光ビームを反射偏向して被走査面18上に走査する光偏向手段であるポリゴンミラー14と、ポリゴンミラー14により反射偏向された光ビームを被走査面18上に結像させ、この光ビームを略等速に被走査面18上に走査させるように作用する第2の光学手段2とからなる。

【0014】この第1の光学手段1は、光源11から発せられた光ビームを略平行光とするコリメーティングレンズ12と、光ビームを線状に結像させる副走査方向に正の屈折力を有するシリンドリカルレンズ13とからなる。第2の光学手段2は、主走査方向、副走査方向においてともに正の屈折力を有し、光偏向反射面15側と被走査面18側との両面ともに、主走査方向断面と副走査方向断面において互いに異なる屈折力を有するトーリック面からなる第1のレンズ16と、小さい負の屈折力を有するかまたは屈折力を有さず、少なくとも一方の面が光軸を回転軸として回転対称な非球面レンズからなる第2のレンズ17との2枚のレンズからなる。図2に、本発明の実施形態の光偏向反射面15から被走査面18までの第2の光学手段2の基本構成を、主走査方向断面に垂直で光軸を含む面（以下、副走査方向断面と称する）において示す。

【0015】図1および図2において、光源11から発せられた光ビームは、被走査面18上に結像されるとともに、ポリゴンミラー14が矢印A方向に回転することにより、被走査面18上において矢印B方向に主走査される。光ビームは第2の光学手段2を透過することにより被走査面18上において略等速に主走査される。さらに、被走査面18を副走査方向に移動して画像を形成する。光偏向反射面15と被走査面18は、副走査方向断面において、第2の光学手段2に対して共役な関係にあり、これにより光偏向反射面15の面倒れに関して光学的に補正機能を得ることができる。なお、副走査の方向

は被走査面18と走査光ビームとの相対的な移動方向であり、被走査面18を固定し、走査光ビームを移動させるようにしてもよい。

【0016】第2の光学手段2は上述のように、主走査方向、副走査方向においてともに正の屈折力を有し、両面ともにトーリック面を有する第1のレンズ16と、小さい負の屈折力を有するかまたは屈折力を有さず、少なくとも一方の面が光軸を回転軸として回転対称な非球面レンズからなる第2のレンズ17との2枚のレンズから構成されている。第1のレンズ16に両面ともにトーリック面を有するレンズを用いることにより、屈折力の方向が異なるシリンダリカルレンズを複数枚用いるに匹敵する効果を1枚のレンズにて得ることができる。また、第2のレンズ17の、主走査方向における屈折力を小さい負または0とすることにより、第2のレンズ17から被走査面18までの距離を十分なものとすることができる。

【0017】このような第2の光学手段2の構成により、2枚という少ないレンズ構成枚数にてポリゴンミラー14の光偏向反射面15の倒れ角による各走査毎の副走査方向のビームウエストのばらつきを抑え、また、主走査方向、副走査方向の像面湾曲を良好に保つことができるという作用効果を得ることができる。少ない部品点数であっても良好な結像性能を得ることにより、構成の簡易化と大きな走査角を実現し、高密度化にも対応可能な光走査光学系となる。

【0018】つぎに、この光走査光学系の光源11に波長500nm以下の半導体レーザを用いた場合の作用効果について述べる。光源11をこのように短い波長のものとするにより、開口を広くせずに被走査面18上の光点寸法を小さくすることができ、形成画像の高密度化が可能になる。光点寸法をd、波長をλ、F/NOをFとすれば、 $d = k \cdot F \cdot \lambda$  (kは定数)という関係がある。このことから、光点寸法を小さくするためには、理論的にはFまたはλを小さくすれば良いことになる。ここで、Fを小さくしようとすると前述したように大きい開口のレンズを用いることになるため、光学系の小型化に反することになり、また、走査用レンズが複雑になるため低価格化は難しい。

【0019】そこで、λを小さくする、すなわち波長の短い光源を使用する光走査光学系が有効となる。波長の短いレーザとしては、従来からAr<sup>+</sup>レーザやHe-Cdレーザなどがあり、これらを使用した光学系が存在し

ている。しかしながら、これらAr<sup>+</sup>レーザやHe-Cdレーザは高価で寸法も大きく、小型化や低価格化には不適であった。これに対し、最近では波長の短い半導体レーザが開発されたことにより、その波長の短い半導体レーザを使用することで、低価格で高密度な光学系を提供することができる。

【0020】例えば、従来、光源に波長780nmの半導体レーザを用いて1インチ600ドット程度の印字密度であった光走査光学系であっても、波長480nmの半導体レーザを用いた場合、光点寸法は $d(480\text{nm}) = d(780\text{nm}) \times 480/780$ となり、印字密度は $600 \times 780/480 = 980$ となる。したがって、波長の短い半導体レーザを用いることにより、F/NOを小さくせずに1インチ当たり約1000ドットの高密度の印字が可能となる。

【0021】このように、光源11の波長を500nm以下とすれば、Fを小さくすることなく画像の高密度化が可能となる。したがって、このような光源11を備えた本発明の光走査光学系にはプラスチック製のレンズを使用することができる。プラスチック製のレンズは、前述したように周辺部では良好な性能が得にくいいため、レンズ径に対して開口を広くすることが困難であり、高密度化のためにF/NOの小さいレンズが必要な光学系には不向きであった。ガラス製では加工が難しく高価になりがちなレンズであっても、プラスチック製とすることで、さらに光学系の小型化と低価格化を実現することができる。プラスチック製のレンズが1枚であっても小型化や低価格化は可能である。

【0022】以下、本発明の光走査光学系の実施例について具体的数値を用いて説明する。

〈実施例1〉本実施例1に係る光走査光学系は、図1に示すとおりである。その構成は実施形態にて上述したとおりであるが、光源11からの射出光は波長780nmであり、第1のレンズ16および第2のレンズ17はともにプラスチック製であり、第2のレンズ17は小さい負の屈折力を有し、両面が光軸を回転軸として回転対称な非球面からなるものである。第2レンズ17の非球面形状は、下記非球面方程式により表される。なお、この非球面方程式は、以下の実施例における非球面形状においても同様である。

【0023】

【数1】

$$Z(Y) = \frac{Y^2}{R(1 + \sqrt{1 - K(Y/R)^2})} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} Y^{2i}$$

ただし、Z : 光軸からの高さYの非球面上の点より、非球面頂点の接平面  
(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線の長さ (mm)

Y : 光軸からの高さ (mm)

R : 非球面の近軸曲率半径

K : 離心率

$A_{2i}$  : 第2i次の非球面係数

【0024】本実施例1における各レンズ面の曲率半径  $R_u$ 、 $R_v$ 、 $R$  ( $R_u$ はトーリック面の主走査方向断面における曲率半径、 $R_v$ はトーリック面の副走査方向断面における曲率半径であり、曲率半径の単位はmmである。以下の実施例においても同様とする。)、各レンズの空気間隔D (mm)、各レンズのe線 ( $\lambda = 546.1 \text{ nm}$ )における屈折率 $N_e$ およびアッペ数 $\nu_e$ を表1に示す。ただし、この表1および後述する表3、表5、表\*20

\*7において、各記号R、D、 $N_e$ 、 $\nu_e$ に対応させた数字は光源側から順次増加するようになっている。

【0025】表1の下段に、本実施例1の光走査光学系の光源11の波長 $\lambda$ 、第2の光学手段2のF/NO、半画角 $\omega$ 、および焦点距離fの各値を示す。

【0026】

【表1】

#### 実施例1

面		R	D	$N_e / \nu_e$
1	$R_{H1}$	435.85	25.0	1.5263/51.0
	$R_{V1}$	-130.89		
2	$R_{H2}$	-89.158	10.7	
	$R_{V2}$	-21.552		
3*	$R_3$	-468.42	8.0	1.5263/51.0
4*	$R_4$	-591.35		

$\lambda = 780 \text{ nm}$      $F/NO = 42$      $\omega = 36^\circ$      $f = 150$

【0027】なお、表1および以下の表において面番号の右側に\*が付された面は非球面とされており、非球面の曲率半径Rは、光軸近傍の曲率半径の数値である。表2に、この実施例1における上記非球面式に示される非球面係数

※球面の各定数K、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値を示す。

【0028】

【表2】

第3面  $K = 56.37530$

$A_4 = -3.018566 \times 10^{-6}$

$A_6 = 4.774921 \times 10^{-14}$

$A_8 = 7.272536 \times 10^{-10}$

$A_{10} = -2.333778 \times 10^{-17}$

第4面  $K = 21.17244$

$A_4 = -2.697782 \times 10^{-6}$

$A_6 = 5.249469 \times 10^{-14}$

$A_8 = 5.634564 \times 10^{-10}$

$A_{10} = -1.832400 \times 10^{-17}$

【0029】図3に本実施例1に係る光走査光学系の各収差図(球面収差、歪曲収差、および像面湾曲の図)を示す。なお、図3～図6の球面収差図においてはF/NO=42を1として規格化しており、非点収差図には、サジタル(S)像面およびタンジェンシャル(T)像面

に対する収差が示されている。表1および図3から明らかなように、実施例1によれば、像面湾曲をはじめ各収差を良好にし、2枚という少ない構成枚数で良好な結像性能を得ることにより、大きな走査角を達成し、それにより高密度化にも対応可能な光走査光学系となってい

る。

【0030】〈実施例2〉本実施例2に係る光走査光学系の構成は、実施例1と略同様とされているが、その光源11に波長480nmの半導体レーザを用いている点が異なっている。本実施例2における各レンズ面の曲率半径 $R_H$  (mm)、 $R_V$  (mm)、 $R$  (mm)、各レンズの空気間隔 $D$  (mm)、各レンズのe線における屈折率\*

#### 実施例2

面		R	D	$N_e / \nu_e$
1	$R_{H1}$	391.43	25.0	1.5263/51.0
	$R_{V1}$	-134.38		
2	$R_{H2}$	-90.329	12.0	
	$R_{V2}$	-21.922		
3*	$R_s$	-301.91	8.0	1.5263/51.0
4*	$R_4$	-419.44		

$$\lambda = 480 \text{ nm} \quad F/NO = 42 \quad \omega = 36^\circ \quad f = 1.50$$

【0032】表4に、この実施例2における非球面の各20×【0033】  
定数 $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値を示す。 ※ 【表4】

#### 非球面係数

第3面  $K = 23.62347$

$$A_4 = -2.768799 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 4.788649 \times 10^{-14}$$

$$A_8 = 7.425674 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -2.414006 \times 10^{-17}$$

第4面  $K = 10.41939$

$$A_4 = -2.456874 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 5.514555 \times 10^{-14}$$

$$A_8 = 5.582930 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -1.949040 \times 10^{-17}$$

【0034】図4に本実施例2に係る光走査光学系の各収差図（球面収差、歪曲収差、および像面湾曲の図）を示す。表3および図4から明らかなように、実施例2によれば、像面湾曲をはじめ各収差を良好にし、2枚という少ない構成枚数で良好な結像性能を得ることにより、大きな走査角を達成している。さらに、波長の短い半導体レーザを用いることにより、 $F/NO$ を小さくしなくとも高密度の印字が可能となり、また、レンズをプラスチック製とすることで、さらに光学系の小型化と低価格化を実現することができる。

【0035】〈実施例3〉本実施例3に係る光走査光学系の構成は、実施例2と略同様とされているが、光源1

\*  $N_e$  および アッペ数  $\nu_e$  を表3に示す。表3の下段に、本実施例2の光走査光学系の光源の波長 $\lambda$ 、第2の光学手段2の $F/NO$ 、半画角 $\omega$ 、および焦点距離 $f$ の各値を示す。

【0031】

【表3】

1の波長は450nmであり、第2のレンズ17の屈折力が上述の実施例1および2に比べ、より弱いものとなっている。本実施例3における各レンズ面の曲率半径 $R_H$  (mm)、 $R_V$  (mm)、 $R$  (mm)、各レンズの空気間隔 $D$  (mm)、各レンズのe線における屈折率 $N_e$  および アッペ数  $\nu_e$  を表5に示す。表5の下段に、本実施例3の光走査光学系の光源11の波長 $\lambda$ 、第2の光学手段2の $F/NO$ 、半画角 $\omega$ 、および焦点距離 $f$ の各値を示す。

40 【0036】

【表5】

## 実施例3

面		R	D	$N_e / \nu_e$
1	$R_{H1}$	671.28	25.0	1.5263/51.0
	$R_{V1}$	-121.38		
2	$R_{H2}$	-89.440	6.95	
	$R_{V2}$	-22.105		
3*	$R_3$	-292.97	8.0	1.5263/51.0
4*	$R_4$	-295.85		

$$\lambda = 450 \text{ nm} \quad F/NO = 42 \quad \omega = 36^\circ \quad f = 150$$

【0037】表6に、この実施例3における非球面の各  
定数 $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値を示す。 \* 【0038】

非球面係数

第3面  $K = 21.33275$

$$A_4 = -2.705206 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 6.910736 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = 4.157222 \times 10^{-14}$$

$$A_{10} = -2.316367 \times 10^{-17}$$

第4面  $K = 4.17327$

$$A_4 = -2.419084 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 5.007355 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = 5.590693 \times 10^{-14}$$

$$A_{10} = -1.931059 \times 10^{-17}$$

【0039】図5に本実施例3に係る光走査光学系の各収差図（球面収差、歪曲収差、および像面湾曲の図）を示す。表5および図5から明らかなように、実施例3によれば、像面湾曲をはじめ各収差を良好にし、2枚という少ない構成枚数で良好な結像性能を得ることにより、大きな走査角を達成している。さらに、波長の短い半導体レーザを用いることにより、 $F/NO$ を小さくしなくとも高密度の印字が可能となり、また、レンズをプラスチック製とすることで、さらに光学系の小型化と低価格化を実現することができる。

【0040】〈実施例4〉本実施例4に係る光走査光学系の構成は、実施例2と略同様とされているが、光源1※

※1の波長は400nmであり、実施例3と同様、第2のレンズ17の屈折力が上述の実施例1および2に比べ、より弱いものとなっている。本実施例4における各レンズ面の曲率半径 $R_H$  (mm)、 $R_V$  (mm)、 $R$  (mm)、各レンズの空気間隔 $D$  (mm)、各レンズのe線における屈折率 $N_e$ およびアッペ数 $\nu_e$ を表7に示す。表7の下段に、本実施例4の光走査光学系の光源11の波長 $\lambda$ 、第2の光学手段2の $F/NO$ 、半画角 $\omega$ 、および焦点距離 $f$ の各値を示す。

【0041】

【表7】

面		R	D	$N_e / \nu_e$
1	$R_{H1}$	747.30	25.0	1.5263/51.0
	$R_{V1}$	-119.39		
2	$R_{H2}$	-89.710	7.09	
	$R_{V2}$	-22.289		
3*	$R_3$	-290.40	8.0	1.5263/51.0
4*	$R_4$	-293.23		

$$\lambda = 400 \text{ nm} \quad F/NO = 42 \quad \omega = 36^\circ \quad f = 150$$

【0042】表8に、この実施例4における非球面の各定数 $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値を示す。

【0043】

【表8】



## 非球面係数

第3面  $K = 20.95929$ 

$$A_4 = -2.683390 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 4.127587 \times 10^{-14}$$

第4面  $K = 3.32396$ 

$$A_4 = -2.405935 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 5.518449 \times 10^{-14}$$

$$A_6 = 6.866545 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -2.325870 \times 10^{-17}$$

$$A_6 = 4.966343 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -1.928675 \times 10^{-17}$$

【0044】図6に本実施例4に係る光走査光学系の各収差図(球面収差、歪曲収差、および像面湾曲の図)を示す。表7および図6から明らかなように、実施例4によれば、像面湾曲をはじめ各収差を良好にし、2枚という少ない構成枚数で良好な結像性能を得ることにより、大きな走査角を達成している。さらに、波長の短い半導体レーザを用いることにより、F/NOを小さくしなくとも高密度の印字が可能となり、また、レンズをプラスチック製とすることで、さらに光学系の小型化と低価格化を実現することができる。

【0045】図7に、実施例1~4におけるスポット形状を示す。各図は各々実施例1~4の中心画角における光強度を示しており、各図の単位は任意単位である。各図中の数字は、上段が副走査方向におけるスポット径(mm)、下段が主走査方向におけるスポット径(mm)を示す。図7に示すとおり、光源波長が780nmである実施例1に対し、光源波長が500nm以下である実施例2~4の方がスポット径を小さくでき、画像を高密度化し性能向上を図ることができる。

【0046】なお、本発明の光走査光学系を構成するレンズ系としては、上記実施形態のものに限られるものではなく、種々の態様の変更が可能であり、例えば、各レンズの曲率半径 $R_u$ 、 $R_v$ 、 $R$ およびレンズの間隔(もしくはレンズ厚) $D$ を適宜変更することが可能である。また、例えば上記第2の光学手段2における第2のレンズ17は、少なくとも一面が回転対称な非球面となるレンズとされているが、これに代えて少なくとも一方の面が、主走査方向断面のみが所望の高次関数である非円弧面となるレンズとしてもよい。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光走査光学系によれば、光偏向反射面と被走査面の間に配した第2の光学手段の構成を、被走査面側から順に、主走査方向、副走査方向においてともに正の屈折力を有し、両面ともにトーリック面を有する第1のレンズと、主走査方向において小さい負の屈折力を有するかまたは屈折力を

有さず、少なくとも一方の面は主走査方向断面が高次関数である非円弧面からなる第2のレンズとすることにより、2枚という少ない構成枚数で大きな走査角を達成し、それにより高密度化にも対応可能な光走査光学系とすることができる。さらに、光源に波長の短い半導体レーザを用いることにより、F/NOを小さくしなくとも高密度の印字が可能となり、また、レンズをプラスチック製とすることで、さらに光学系の小型化と低価格化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る光走査光学系の構成を示す主走査方向断面図

【図2】本発明の実施形態に係る光走査光学系の構成を示す副走査方向断面図

【図3】実施例1に係る光走査光学系の収差曲線図

【図4】実施例2に係る光走査光学系の収差曲線図

【図5】実施例3に係る光走査光学系の収差曲線図

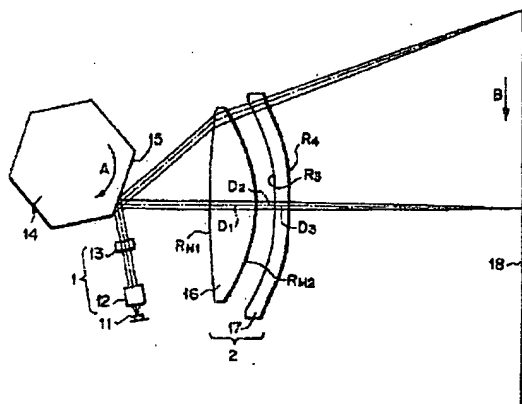
【図6】実施例4に係る光走査光学系の収差曲線図

【図7】実施例1から4に係る光走査光学系のスポット形状断面図

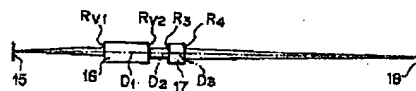
【符号の説明】

$R_{u1} \sim R_{u2}$	トーリック面の主走査方向曲率半径
$R_{v1} \sim R_{v2}$	トーリック面の副走査方向曲率半径
$R_1 \sim R_2$	レンズ面の曲率半径
$D_1 \sim D_2$	レンズ面間隔(レンズ厚)
1	第1の光学手段
2	第2の光学手段
11	光源
12	コリメーティングレンズ
13	シリンダリカルレンズ
14	ポリゴンミラー
15	光偏向反射面
16	第1のレンズ
17	第2のレンズ
18	被走査面

【図1】

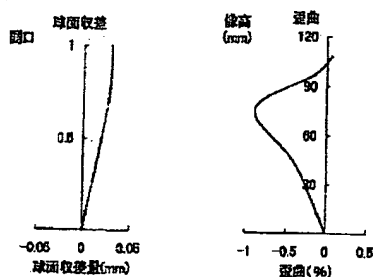


【図2】



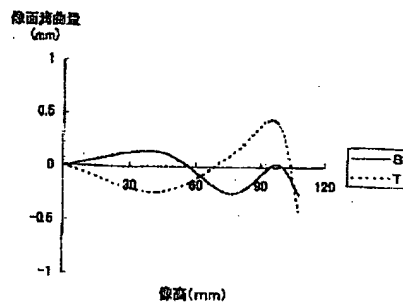
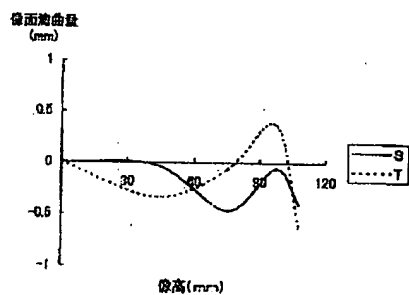
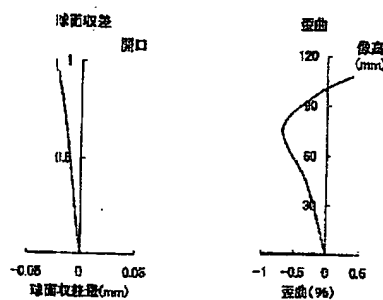
【図3】

実施例 1



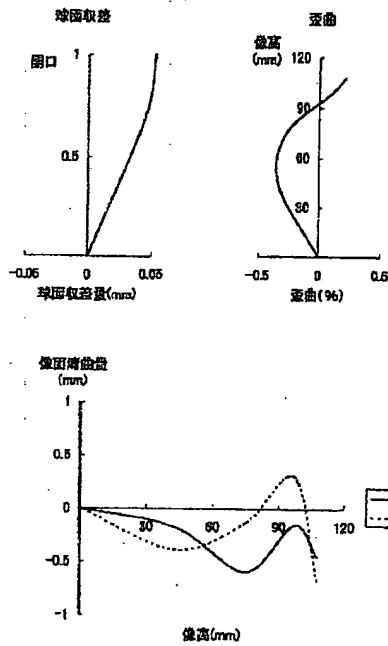
【図4】

実施例 2



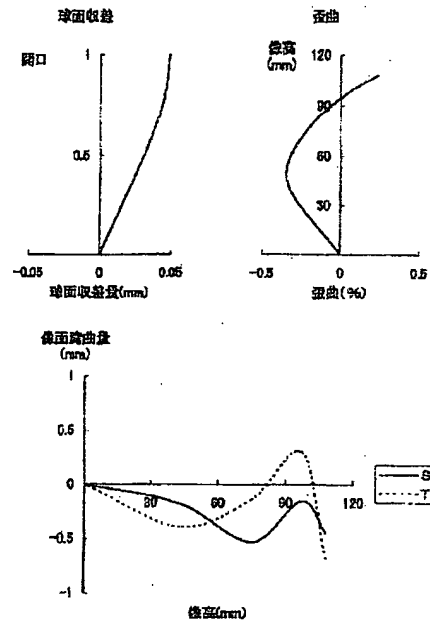
【図5】

実施例3



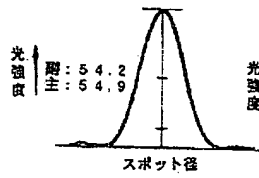
【図6】

実施例4

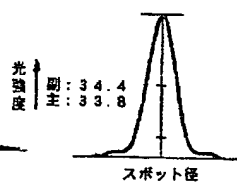


【図7】

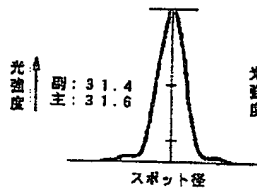
実施例1



実施例2



実施例3



実施例4

